



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
CURSO DE AGRONOMIA**

**COMPARAÇÃO DA DANIFICAÇÃO MECÂNICA EM SEMENTES DE  
MILHO HÍBRIDO ORIGINADAS DE COLHEITAS A GRANEL E EM  
ESPIGA E AO LONGO DA CLASSIFICAÇÃO DE PENEIRAS**

**DALILA MENDES SILVA**

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**BRASÍLIA-DF  
Dezembro/2019**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
CURSO DE AGRONOMIA**

**DALILA MENDES SILVA**

**COMPARAÇÃO DA DANIFICAÇÃO MECÂNICA EM SEMENTES DE  
MILHO HÍBRIDO ORIGINADAS DE COLHEITAS A GRANEL E EM  
ESPIGA E AO LONGO DA CLASSIFICAÇÃO DE PENEIRAS**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Fagioli  
Coorientadoras: Enga. Agrônoma MSc. Karine Noronha Silva  
Enga. Agrônoma MSc. Maria Thereza de Mendonça

BRASÍLIA-DF  
Dezembro/2019

**DALILA MENDES SILVA**

**COMPARAÇÃO DA DANIFICAÇÃO MECÂNICA EM SEMENTES DE MILHO  
HÍBRIDO ORIGINADAS DE COLHEITAS A GRANEL E EM ESPIGA E AO LONGO  
DA CLASSIFICAÇÃO DE PENEIRAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Aprovado em \_\_\_\_ de \_\_\_\_ de \_\_\_\_.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Marcelo Fagioli  
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília  
Orientador

---

Eng.<sup>a</sup> Agrônoma Nayara Carvalho, MSc., Doutoranda em Agronomia na UnB  
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília  
Examinadora

---

Eng.<sup>a</sup> Agrônoma Barbara Emanoele Dias da Silva de Souza, Mestranda em  
Agronomia na UnB  
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília  
Examinadora

## FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, D. M.

**Comparação da danificação mecânica em sementes de milho híbrido originadas de colheitas a granel e em espiga e ao longo da classificação de peneiras.** / Dalila Mendes Silva; orientador: Marcelo Fagioli. Brasília, 2019. 47f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília, 2019.

1. *Zea mays* L.. 2. qualidade de sementes. 3. perda de vigor. 4. dano mecânico. 5. beneficiamento de sementes.

I. Fagioli, M., orient. II. Título.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MENDES, D. M. **Comparação da danificação mecânica em sementes de milho híbrido originadas de colheitas a granel e em espiga e ao longo da classificação de peneiras.** 2019. 47f. Monografia (Curso de Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

## CESSÃO DE DIREITOS

**Nome do autor:** Dalila Mendes Silva

**Título da Monografia de Conclusão de Curso:** Comparação da danificação mecânica em sementes de milho híbrido originadas de colheitas a granel e em espiga e ao longo da classificação de peneiras.

**Ano:** 2019

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

## DEDICATÓRIA

A Deus, pela vida, saúde e por me permitir chegar até aqui. Toda honra e toda glória seja dada ao Senhor!

## AGRADECIMENTOS

À Deus por ser minha fortaleza.

Aos meus pais, Eva e João, por todos os ensinamentos, dedicação, orações e amor.

As minhas sobrinhas, Ana Clara e Letícia, pelo amor incondicional. Vocês me dão força pra lutar.

Ao meu irmão Douglas, minha cunhada Renata e sua família, pelo companheirismo, apoio e carinho.

Aos meus tios, Edna e Ezequiel, por todo apoio durante essa caminhada.

Aos meus queridos familiares por sempre acreditarem, em especial minha vó Geraldina.

À minha amiga Tatielle Nunes por ser um exemplo de determinação, e me ensinar o real significado de amizade.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo Fagioli por todo conhecimento compartilhado durante toda graduação, incentivo, paciência e amizade.

À equipe Limagrain pelo auxílio na condução das análises.

As minhas Coorientadoras MSc. Maria Thereza e MSc. Karine Silva pela oportunidade ímpar dada a mim.

À Universidade de Brasília pela oportunidade.

Aos meus amigos da agronomia Letícia Kaya, Matheus Lima, Mateus Malheiros, Karolayne, Lucas, Romano, Marcos, Larissa, Lavínia, Raquel, Jiossep, Gabriel, Assussena, Bruna, Emily, Caio, Tathiane e Mateus (Paracatu) pelos momentos vividos.

Muito Obrigada!

## Sumário

<b>RESUMO.....</b>	<b>iv</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>2</b>
2.1. GERAL .....	2
2.2. ESPECÍFICOS.....	2
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>3</b>
3.1. A cultura do milho e sua importância econômica.....	3
3.2. Características morfológicas e fisiológicas da semente de milho .....	3
3.3. Efeitos da danificação mecânica na qualidade fisiológica da semente .....	4
3.4. Importância do processo de beneficiamento sobre a danificação mecânica .....	5
3.5. Condições que interferem na danificação mecânica .....	6
3.6. Sementes de milho colhida em espiga .....	7
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>8</b>
4.1. Local de desenvolvimento .....	8
4.2. Características do híbrido utilizado no experimento .....	8
4.3. Coleta de amostras .....	8
4.4. Avaliação do dano mecânico .....	10
4.5. Delineamento experimental .....	11
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>37</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>38</b>

## RESUMO

Os processos de beneficiamento realizados na produção de sementes de milho são responsáveis por diminuir a qualidade fisiológica das mesmas, devido as danificações mecânicas. O processo de classificação tem se mostrado um importante ponto quanto a danificação mecânica, desta forma, objetivou neste trabalho comparar a danificação mecânica em sementes de milho híbrido originadas de colheitas a granel e em espiga e ao longo da classificação de peneiras. Foram coletadas amostras das peneiras 16C, 16R, 20C e 20R, em nove pontos do beneficiamento. As sementes colhidas a granel e em espiga foram imersas em solução de *Amaranth* 5% por cinco minutos e posteriormente avaliadas com base na categorização de danificação em SDM, DML1, DML2, DMSS e DMSP. Concluiu-se que durante o beneficiamento das sementes de milho houve o aumento da incidência de danos mecânicos; as sementes originadas da colheita a granel apresentaram maior danificação severa profunda e as sementes colhidas em espigas apresentaram menor danificação severa profunda; o elevador e a classificadora por largura causaram maior danificação nas sementes.

**Palavras-chaves:** *Zea mays* L., perda de vigor, qualidade de sementes, dano mecânico, beneficiamento de sementes.



## 1. INTRODUÇÃO

O milho é uma das principais culturas cultivada no Brasil e no mundo. Atualmente, são produzidas até duas safras por ano, além da safra de inverno irrigada, resultando em alta produtividade anual, e também valores expressivos na exportação, contribuindo grandemente com a economia agrícola do país. Devido seu alto valor nutritivo é utilizada como uma das principais fontes de energia na ração animal, além de outras diversas aplicações na indústria.

A exigência do mercado tem resultado em avanços intensos nas pesquisas, onde o lançamento de materiais altamente produtivos, mais resistentes e adaptados a condições adversas no campo tem sido cada vez mais necessário.

Além do manejo no campo, é de extrema importância que a colheita e beneficiamento sejam realizados, de modo que, a qualidade fisiológica da semente seja mantida. Com intuito de assegurar esse parâmetro, a colheita das sementes que antes era feita a granel passou a ser em espiga, sendo possível colher nos pontos de máxima germinação, máximo vigor, maior peso de matéria seca e com mínimo de danificação mecânica, facilitando também a seleção de espigas fora do padrão.

Durante as operações de colheita e beneficiamento as sementes são constantemente expostas a atritos, pancadas, fricções, até finalmente serem armazenadas. Além dos intensos e numerosos impactos, o teor de água na semente em níveis elevados se torna um dos principais agravantes da danificação mecânica, resultando no amassamento da semente. O teor de água muito baixo também é um atenuante do dano, denominado quebramento.

Dentre as fases de beneficiamento está o processo de classificação, em que as sementes são separadas por largura, espessura e comprimento, com a finalidade de padronizar os lotes para comercialização e eliminar impurezas que reduzem a qualidade física das sementes.

A análise do dano mecânico na semente é feita comumente a partir da utilização do corante alimentício a base de *Amaranth*, onde os critérios de avaliação utilizados são de acordo com o local atingido e a extensão da área atingida, em que os danos situados no endosperma são considerados leves, por atingir apenas o tecido de reserva, no entanto, quando o dano ocorre no embrião é considerado severo podendo ser superficial ou profundo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

Avaliar a danificação mecânica em sementes de milho ao longo do processo de beneficiamento-classificação.

### **2.2. Específicos**

Comparar a danificação mecânica de sementes de milho híbrido originadas de colheitas a granel e em espiga.

Verificar a danificação mecânica em sementes de milho híbrido ao longo da classificação por largura, espessura, comprimento e peso específico.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. A cultura do milho e sua importância econômica**

O milho (*Zea mays* L.), pertencente à família Poaceae, é uma cultura originária da América, mais especificamente, da região do México, tendo sua evolução a partir do teosinto (EMBRAPA, 2018). Atualmente é cultivada em diversas regiões no mundo com diferentes condições climáticas, graças a sua ampla adaptabilidade alcançada pelo melhoramento genético, onde materiais cada vez mais resistentes a intempéries são constantemente lançados no mercado.

A riqueza de nutrientes e minerais encontrados na planta como todo, permite aplicação em diversos fins, que vai desde a utilização de silagem e grãos para alimentação animal onde a expressiva produção de suínos, aves e bovinos no país demanda um volume expressivamente alto, até o uso como subprodutos no setor industrial.

Segundo CONAB (2018), o Brasil ocupa a terceira posição como maior produtor mundial de milho, e a segunda como maior exportador do mundo. A cultura representa um dos principais cereais produzidos, juntamente com o trigo e arroz, funcionando como uma *commodity*. Com 17.255,6 mil hectares de área plantada, a estimativa de produção para a cultura na safra 2019/2020 é de 98,3 milhões de toneladas, com produtividade de 5.610 kg por hectare (CONAB, 2019).

#### **3.2. Características morfológicas e fisiológicas da semente de milho**

A semente de milho é constituída pelas seguintes estruturas: pericarpo, endosperma, camada de aleurona, escutelo, coleóptilo, plúmula, radícula e coleoriza. Cada uma delas desempenha funções fundamentais para seu completo e perfeito desenvolvimento. O pericarpo é uma estrutura que reveste toda a semente em que dificulta a entrada de patógenos e ataque de insetos, amortecendo os impactos que a mesma possa vir a sofrer, protegendo os demais tecidos controlando a entrada de água onde há influência direta na germinação. A maior porção da semente é constituída pelo endosperma, um tecido de reserva tendo o amido como seu principal componente, responsável por nutrir o eixo embrionário até o estabelecimento da plântula no campo. Devida a presença de tecidos meristemáticos no eixo embrionário há o desenvolvimento de estruturas fundamentais para o estabelecimento enquanto plântula, que são elas, primórdios foliares e radiculares (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Para que o processo de germinação se inicie, é necessário que haja condições climáticas ideais, como temperatura do solo em torno de 25 a 30 °C, onde temperaturas muito elevadas ou inferiores a 10 °C podem afetar o evento, e, umidade. Em condições normais, a emergência ocorre entre 4 a 5 dias, porém, o período pode ser prolongado dependendo das condições climáticas em que ela se encontra (MAGALHÃES et al., 2002).

### **3.3. Efeitos da danificação mecânica na qualidade fisiológica da semente**

São utilizados diversos testes para aferirem a qualidade fisiológica das sementes e verificar a interferência das injúrias sofridas durante todo o processo de beneficiamento sobre as mesmas. Dentre eles, estão os testes de germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado e frio, os três últimos realizados para atestarem o vigor das sementes. Paiva et al. (2000) evidenciaram a perda de vigor causada pela danificação mecânica, onde encontraram valores superiores no teste de condutividade elétrica nas sementes após as fases de beneficiamento, resultado esse confirmado no teste de envelhecimento acelerado, explicitando vigores inferiores nas sementes beneficiadas.

As avaliações dos danos são comumente feitas em escala a partir do local atingido e severidade da lesão, dentre as classificações é possível observar diferentes efeitos sobre a qualidade fisiológica (BRANDÃO JUNIOR et al., 1999). Os mesmos autores, examinando a velocidade de emergência verificaram que sementes que apresentavam danificação severa, sem atingir o embrião, apresentaram resultados superiores do que as demais, fato que pode ser explicado pela alteração da absorção de líquido devido a rupturas presentes na camada externa, entretanto, os valores de peso seco foram inferiores, evidenciando a intervenção no vigor das sementes. Borba et al. (1994) analisando a incidência de dano em diferentes rotações do cilindro do debulhador, observaram redução do vigor em detrimento da ocorrência de injúrias.

Em algumas situações o teste de germinação não é eficiente na sinalização de alterações causadas pelos danos (PAIVA et al., 2000), contudo, a danificação severa na região do embrião resulta efeitos na germinação (MENEZES et al., 2002). Cícero e Banzatto Junior (2003) relacionaram a danificação severa do embrião com a morte da semente, por meio da análise de imagens de raios-X.

Além de ocasionar redução do vigor das sementes, as injúrias causadas pelos impactos podem servir como porta de entrada para patógeno, e também facilitar o ataque de insetos no armazenamento, segundo Marchi et al. (2006) o aumento da incidência de danos mecânicos proporcionou queda na germinação das sementes e o aumento da incidência de fungos.

O armazenamento de sementes injuriadas pode ter consequências mais severas, denominado efeito latente, em que a mesma terá seu vigor reduzido devido o gasto de energia na recuperação do dano, e posteriormente poderá ter sua germinação inviabilizada por insuficiência da energia restante. O efeito imediato é mais incomum devido as condições, pois geralmente as sementes são primeiramente armazenadas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

### **3.4. Importância do processo de beneficiamento sobre a danificação mecânica**

O uso de maquinários em todas as etapas de beneficiamento propicia a danificação mecânica da semente, porém, a modernização dos equipamentos e mudanças no manejo, têm possibilitado a moderação na ocorrência e severidade das injúrias.

Os danos nas sementes se iniciam no processo de colheita, a forma como é realizada pode influenciar na severidade dos danos (FERREIRA, 2012). A colheita em espiga é mais vantajosa em relação a granel, pois permite que as espigas sejam colhidas com elevado teor de umidade e próximas ao ponto de maturidade fisiológica, momento que as sementes expressam a máxima qualidade (OLIVEIRA et al., 1997).

As injúrias causadas na despalha das espigas são dependentes das características do híbrido, que podem ser mais ou menos resistente à despalha. Os materiais que apresentam resistência a despalha, exigem que os rolos despalhadores obtenham uma regulagem mais estreita e até mesmo que a espiga passe por ele novamente, fazendo com que haja um aumento da ocorrência de danos na semente (MENDONÇA, 2017).

O processo de debulha também é de extrema importância na danificação mecânica, visto que, o debulhador em rotações elevadas pode ocasionar danos significativamente maiores nas sementes (BORBA et al., 1994). As sementes debulhadas são posteriormente classificadas, devido a variabilidade nas formas, onde há separação por largura, espessura e comprimento. Nesse processo de

padronização estão envolvidos um conjunto de equipamentos que podem causar injúrias devido à grande movimentação da massa de semente e as constantes pancadas que podem ser intensificadas quando os maquinários se encontram mal ajustados.

Segundo Baudet et al. (1978) apud Menezes et al. (2002) no processo de beneficiamento, os elevadores são responsáveis por aumentar significativamente a danificação das sementes. Além do mais, o dano tende a ser mais severo a cada choque sofrido pela semente, devido seu efeito ser cumulativo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

### **3.5. Condições que interferem na danificação mecânica**

Os danos causados nas etapas de beneficiamento devido a intensa movimentação de sementes são inevitáveis, porém, existem algumas ações que interferem na frequência e severidade com que ocorrem, segundo Carvalho e Nakagawa (2012) a danificação mecânica depende da intensidade e número de impactos, do local impactado, assim como as características da semente, como por exemplo, o teor de água da semente no instante do choque, tamanho, forma, tipo de tecido de reserva, entre outros.

O teor de água da semente é um dos fatores mais importantes a serem considerados em se tratando de severidade do dano mecânico. Sementes com altos teores de água estão sujeitas a sofrerem danos do tipo “amassamento”, e o tipo “quebramento” quando a mesma apresenta baixos teores, entretanto, a danificação mecânica pode ser diminuída com os teores dentro do intervalo de 12-14% a 16-18% (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Estudando a danificação mecânica de grãos colhidos com diferentes teores de água, Marques et al. (2011) observaram que o aumento do teor de água proporcionou maior ocorrência de grãos rompidos, e o decréscimo de grãos trincados e quebrados, recomendando que a faixa de teor de água na colheita de grãos de milho seja feita entre 22% e 26%. Oliveira et al. (2005) examinando a danificação das sementes lançadas em diferentes alturas sobre uma placa metálica e várias rotações do cilindro debulhador, constataram que as sementes do milho Sertanejo foram mais resistentes as injúrias nos teores de água 14 e 16%.

A severidade do dano é também determinada pelo local atingido na semente, em que danos sofridos no endosperma são considerados pouco severos, por outro

lado, quando o embrião é gravemente injuriado pode inviabilizar a germinação, resultando em semente morta (CICERO; BANZATTO JUNIOR, 2003).

A característica do endosperma da semente é outro ponto que altera a resistência quanto a danificação. Os endospermas cristalinos tendem a ser mais resistentes devido sua dureza, do que os endospermas amiláceos (MARCOS-FILHO, 2015).

### **3.6. Sementes de milho colhida em espiga**

Por muito tempo os produtores de semente de milho optaram por colher a semente a granel, nesse caso, sendo necessário que as mesmas secassem no campo, ficando expostas a intempéries. Sabe-se que atualmente a colheita em espiga é utilizada em larga escala, após muitos experimentos comprovando os benefícios. Oliveira et al., (1997) avaliando o efeito dos diferentes tipos de colheita sobre a qualidade fisiológica da semente de milho, concluíram nas condições do experimento que a colheita em espiga independente do teor de água e método de colheita obteve sementes com qualidade fisiológica superior em relação as sementes originadas da colheita em grãos.

São inúmeras as vantagens de se colher o material em espiga, tais como, menor exposição as condições climáticas adversas, como precipitação e temperatura, fatores esses capazes de acelerar a deterioração da semente devido ao aumento da taxa de respiração, bem como aos insetos e patógenos presentes no campo (ANDRADE; BORBA, 1993).

A colheita deve ser feita quando a semente apresentar o ponto de máxima maturidade fisiológica, em que se tem o máximo vigor, máxima germinação e máximo acúmulo de peso de matéria seca. Um dos critérios utilizados para identificar o momento ideal da colheita é a presença da “camada negra” e sementes com teor de água de 30 a 35% (MARCOS-FILHO, 2015). O mesmo autor diz ainda, que a partir do momento em que a semente atinge a maturidade fisiológica se inicia o processo de deterioração, ressaltando a importância de iniciar a colheita no momento ideal para evitar possíveis perdas na qualidade devido ao atraso na colheita.

Em consequência do alto teor de água nas sementes no instante da colheita há necessidade que o material passe pelo processo de secagem artificial (ANDRADE; BORBA, 1993).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Local de desenvolvimento**

O experimento foi realizado na Unidade de Beneficiamento de Sementes da empresa Limagrain Brasil, localizada na zona rural do município de Goianésia-GO, rodovia GO 080, Km 60.

### **4.2. Características do híbrido utilizado no experimento**

O material utilizado trata-se de um híbrido simples, grão do tipo semiduro/alaranjado produzido na safra 2019/2019. Foram escolhidos dois campos para representar os diferentes tipos de colheita. O campo 20 foi colhido em espiga por uma colhedora marca Oxbo, modelo 3665F, com 34,5% de teor de água. O campo 02 foi colhido a granel com 15,1% de teor de água por uma colhedora marca Case modelo 2104.

A determinação do teor de água foi realizada pelo método de destilação utilizando o equipamento modelo CA 50, marca Gehaka.

### **4.3. Coleta de amostras**

As amostras foram coletadas em diferentes pontos ao longo do processo de classificação. Os tratamentos foram designados de acordo com os pontos de coleta. O tratamento testemunha (TES) foi amostrado na esteira de abastecimento do silo pulmão da torre que antecede o início do processo de classificação, onde o material já se encontra despilhado, seco, debulhado e com o teor de água em torno de 12%.

O tratamento 1 (T1) se refere as sementes que foram coletadas após a pré-limpeza. A pré-limpeza foi realizada em uma Cimbria modelo Delta. Após a pré-limpeza, as sementes foram direcionadas para o classificador de precisão para separação por largura por meio de um elevador de caneca. Após a passagem das sementes por este elevador coletou-se a amostra do tratamento 2 (T2). As amostras do tratamento 3 (T3) foram coletadas após a passagem das sementes nos classificadores de precisão Carter Day, que fazem a separação por largura dos tamanhos 16/64" (6,35 mm) e 20/64" (7,93 mm). O tratamento 4 (T4) foi coletado após a classificação das sementes por espessura que foi realizada por classificadores de precisão marca Carter Day, utilizando cilindros de furo oblongo 13/64" (5,16 mm). Após a classificação por largura e espessura, as sementes foram direcionadas para equipamentos denominados Trieurs, marca Cimbria, que realizam



a separação das sementes por comprimento. As amostras do tratamento 5 (T5) foram retiradas na saída destes equipamentos das peneiras 16M, 16MR, 20M, 20MR. A nomenclatura M se refere as sementes de espessura chata e comprimento médio e a nomenclatura MR se refere as sementes de espessura redonda e comprimento médio. Após as classificações as sementes são direcionadas por meio de elevadores de caneca para o equipamento denominado coluna de ar responsáveis por retirar impurezas em meio as sementes, onde é amostrado o tratamento 6 (T6). O processamento posterior a coluna de ar é a separação das sementes e material inerte por peso específico, realizado pela mesa densimétrica, as amostras do tratamento 7 (T7) são retiradas após essa separação. O tratamento 8 (T8) é amostrado após a elevação das sementes por um elevador de caneca, direcionadas ao ensaque ou tratamento das mesmas.

Para os tratamentos TES, T1 e T2 foram coletados 10 Kg de sementes, as mesmas foram classificadas em peneiras manuais por largura e espessura, 16/64" (16) redonda e 16/64" (16) chata, 20/64" (20) redonda e 20/64" (20) chata.

Para os tratamentos T3, T4, T5, T6, T7 e T8 foram coletados 5 Kg de sementes. No tratamento 3 as sementes foram classificadas em peneiras manuais de furo oblongo por espessura, 16/64" (16) redonda e 16/64" (16) chata, 20/64" (20) redonda e 20/64" (20) chata. Todas as amostras foram homogeneizadas no homogeneizador tipo Boerner conforme a figura 1.



**Figura 1:** Homogeneizador tipo Boerner utilizado na homogeneização das amostras.

As amostras foram armazenadas em caixas de papelão contendo 600 g de sementes cada e identificadas com a peneira, campo, amostra e tratamento, sendo duas amostras para cada tratamento. Durante o período de análise as sementes foram acondicionadas em armazém climatizado 11 °C e 55% de umidade relativa.

#### 4.4. Avaliação do dano mecânico

A avaliação de dano mecânico foi realizada a partir de duas repetições de 100 sementes para cada amostra do tratamento utilizando o corante alimentício *Amaranth*, em que as mesmas foram imersas em solução a 0,5% por cinco minutos. Após o período de embebição as sementes foram lavadas em água corrente para retirar o excesso de corante e posteriormente avaliadas (MELO et al., 2012).

As avaliações de severidade do dano mecânico seguiram critérios sugeridos por Mendonça (2017).

SDM = sementes sem danos aparentes;

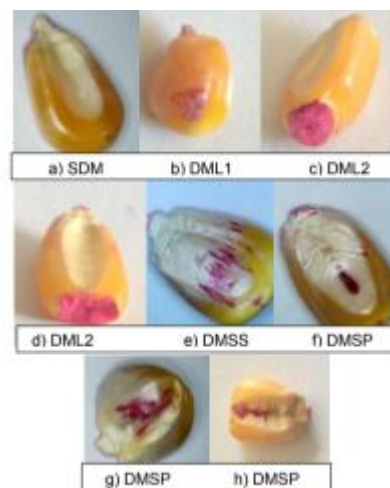
DML1 = dano mecânico leve no endosperma não atingindo o embrião;

DML2 = dano mecânico leve no ponto de inserção no sabugo ou partes quebradas, sem atingir o embrião;

DMSS = dano mecânico severo superficial no embrião, com área colorida superficialmente com leve absorção de solução;

DMSP = dano mecânico severo profundo, com área lesada em profundidade.

A categorização foi feita em porcentagem de sementes em cada classe.



Fonte: Mendonça (2017).

**Figura 2:** Ilustração das categorias de dano mecânico.

#### **4.5. Delineamento experimental**

O delineamento usado no experimento foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial, com comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram analisados pelo software “AgroEstat” (BARBOSA; MALDONADO-JUNIOR, 2015).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de interação entre as formas de colheita de milho semente, a granel e em espiga, apresentou valor de F significativo em todas as peneiras na avaliação das classificações de danificação mecânica ao longo do beneficiamento, exceto as peneiras 16C e 20R na classificação DML2.

Os processos de colheita, secagem e debulha são responsáveis por causar danificação nas sementes (PAIVA et al., 2000), essa afirmação respalda o número reduzido de SDM nas amostras Testemunha (a granel e em espiga), em que as sementes ainda não passaram pelas etapas de beneficiamento (classificação). A colheita a granel apresentou valores significativamente inferiores de SDM em relação a colheita em espiga nas amostras Testemunha, confirmando as afirmações de Oliveira et al. (1997), a colheita em espiga obtém sementes de maior qualidade fisiológica em relação as sementes originadas da colheita em grãos. Pode-se observar que ao final do processo de beneficiamento houve redução significativa de sementes sem danos em todas as peneiras.

Na classificação de danificação SDM, peneira 16C, houve interação entre as formas de colheita, em que a colheita em espiga apresentou valor significativamente maior na amostra Testemunha em relação a granel, nos demais pontos de coleta não houve diferença. Observando os pontos de coleta no beneficiamento, nota-se que após a passagem das sementes pelo trieur (T5) na colheita a granel, e pelo elevador (T2) na colheita em espiga, os resultados diferenciaram-se da Testemunha (Tabela 1).

Tabela 1. Desdobramento dos valores médios da danificação mecânica, em %, da interação significativa entre as coletas nas etapas do processo de beneficiamento e formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação SDM (sementes sem danos mecânicos - conforme critérios de Mendonça (2017)) na peneira 16C de milho híbrido.

CLASSIFICAÇÃO: SDM - 16C		
BENEFICIAMENTO DE SEMENTES	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
	----- % -----	
Testemunha	22,0 A b <sup>1</sup>	38,0 A a
T1- Pré-limpeza	19,8 A a	35,3 A a
T2- Após Elevador de caneca	11,5 ABC a	17,3 B a
T3- Classificadora- largura	10,0 ABC a	11,5 BC a
T4- Classificadora- espessura	11,8 ABC a	5,0 BC a
T5- Trieur- comprimento	8,0 BC a	6,5 BC a
T6- Coluna de ar - 2ª limpeza	8,8 BC a	7,5 BC a
T7- Mesa densimétrica-peso	3,5 C a	4,5 C a
T8- Antes do TSi ou ensaque	5,5 C a	2,0 C a
Teste F (A x B)	4,57**	
DMS (5%) Beneficiamento dentro de Formas de colheita		12,32
DMS (5%) Formas de colheita dentro de Beneficiamento		7,65
CV (%)	45,15	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*\*Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

A interação entre as formas de colheita na peneira 16R manteve o mesmo padrão da peneira anterior. As sementes sem danos, originadas de colheita a granel, reduziram significativamente da Testemunha no T8. Observando a colheita em espiga, pode-se dizer que na pré-limpeza as SDM reduziram em 50% (Tabela 2).

Tabela 2. Desdobramento dos valores médios da danificação mecânica, em %, da interação significativa entre as coletas nas etapas do processo de beneficiamento e formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação SDM (sementes sem danos mecânicos - conforme critérios de Mendonça (2017)) na peneira 16R de milho híbrido.

CLASSIFICAÇÃO: SDM - 16R		
BENEFICIAMENTO DE SEMENTES	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
	----- % -----	
Testemunha	16,0 A b <sup>1</sup>	44,3 A a
T1- Pré-limpeza	13,8 AB a	22,3 B a
T2- Após Elevador de caneca	14,3 AB a	15,0 BC a
T3- Classificadora- largura	9,5 AB a	11,5 BCD a
T4- Classificadora- espessura	10,3 AB a	9,0 CD a
T5- Trieur- comprimento	6,8 AB a	3,8 CD a
T6- Coluna de ar - 2ª limpeza	6,3 AB a	5,3 CD a
T7- Mesa densimétrica-peso	5,0 AB a	1,3 D a
T8- Antes do TSi ou ensaque	2,5 B a	2,0 D a
Teste F (A x B)	7,54**	
DMS (5%) Beneficiamento dentro de Formas de colheita		11,77
DMS (5%) Formas de colheita dentro de Beneficiamento		7,30
CV (%)	46,73	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*\*Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Na classificação SDM, peneira 20C, a colheita em espiga, obteve nas amostras Testemunha, T1 e T2 valores significativamente maiores. Na amostra T6, a colheita a granel teve maior quantidade de sementes sem danos em relação a em espiga, as outras amostras não diferiram entre as formas de colheita. Na colheita em espiga, houve diferença em todos os pontos de coleta de amostras, em relação a Testemunha. Na colheita a granel, os valores se diferenciaram estatisticamente da Testemunha, somente nas amostras T5, T7 e T8 (Tabela 3).

Tabela 3. Desdobramento dos valores médios da danificação mecânica, em %, da interação significativa entre as coletas nas etapas do processo de beneficiamento e formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação SDM (sementes sem danos mecânicos - conforme critérios de Mendonça (2017)) na peneira 20C de milho híbrido.

CLASSIFICAÇÃO: SDM - 20C		
BENEFICIAMENTO DE SEMENTES	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
	----- % -----	-----
Testemunha	21,3 A b <sup>1</sup>	53,3 A a
T1- Pré-limpeza	20,3 A b	35,0 B a
T2- Após Elevador de caneca	12,5 AB b	20,3 C a
T3- Classificadora- largura	16,0 AB a	15,8 CD a
T4- Classificadora- espessura	11,5 AB a	10,5 CDE a
T5- Trieur- comprimento	7,0 B a	8,0 DE a
T6- Coluna de ar - 2ª limpeza	11,5 AB a	4,3 E b
T7- Mesa densimétrica-peso	7,8 B a	4,5 DE a
T8- Antes do TSi ou ensaque	5,0 B a	2,3 E a
Teste F (A x B)	11,88**	
DMS (5%) Beneficiamento dentro de Formas de colheita		11,42
DMS (5%) Formas de colheita dentro de Beneficiamento		7,08
CV (%)	33,75	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*\*Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 4, as sementes 20R originadas da colheita em espiga, foram menos danificadas em relação as de colheita a granel, nas amostras Testemunha e T1, após a passagem pelo trieur (T5) elas começam a ser mais danificadas, e no T7 os valores se invertem. A etapa de beneficiamento reduz significativamente as sementes sem danos, da colheita a granel, a partir da classificação por largura, com exceção da amostra T6, que não difere da Testemunha, e, após o elevador de caneca, na colheita em espiga.

Tabela 4. Desdobramento dos valores médios da danificação mecânica, em %, da interação significativa entre as coletas nas etapas do processo de beneficiamento e formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação SDM (sementes sem danos mecânicos - conforme critérios de Mendonça (2017)) na peneira 20R de milho híbrido.

CLASSIFICAÇÃO: SDM - 20R		
BENEFICIAMENTO DE SEMENTES	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
	----- % -----	-----
Testemunha	20,8 A b <sup>1</sup>	36,0 A a
T1- Pré-limpeza	18,5 AB b	26,8 AB a
T2- Após Elevador de caneca	20,5 A a	22,0 BC a
T3- Classificadora- largura	14,3 ABC a	14,0 CD a
T4- Classificadora- espessura	9,3 BC a	9,3 DE a
T5- Trieur- comprimento	10,0 BC a	6,3 DE a
T6- Coluna de ar - 2ª limpeza	11,8 ABC a	7,8 DE a
T7- Mesa densimétrica-peso	9,3 BC a	2,5 E b
T8- Antes do TSi ou ensaque	6,8 C a	1,5 E a
Teste F (A x B)	5,51**	
DMS (5%) Beneficiamento dentro de Formas de colheita		6,06
DMS (5%) Formas de colheita dentro de Beneficiamento		9,76
CV (%)	31,16	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*\*Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Na avaliação de classificação de danificação DML1 das sementes originadas da colheita a granel, não houve diferença entre as etapas de beneficiamento em nenhuma das peneiras analisadas.

Na Tabela 5, observa-se a colheita em espiga obteve maior quantidade de sementes classificadas com dano DML1 nas amostras Testemunha, T5 e T6, as demais amostras não diferiram entre as formas de colheita. Na colheita em espiga, somente as amostras T1, T7 e T8 diferiram da testemunha, na avaliação de dano mecânico leve 1.



Tabela 5. Desdobramento dos valores médios da danificação mecânica, em %, da interação significativa entre as coletas nas etapas do processo de beneficiamento e formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação DML1 (dano mecânico leve no endosperma não atingindo o embrião - conforme critérios de Mendonça (2017)) na peneira 16C de milho híbrido.

CLASSIFICAÇÃO: DML1 - 16C		
BENEFICIAMENTO DE SEMENTES	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
	----- % -----	-----
Testemunha	2,5 A b <sup>1</sup>	14,3 A a
T1- Pré-limpeza	3,5 A a	3,8 BC a
T2- Após Elevador de caneca	7,5 A a	11,0 AB a
T3- Classificadora- largura	3,5 A a	7,3 ABC a
T4- Classificadora- espessura	4,8 A a	7,0 ABC a
T5- Trieur- comprimento	3,8 A b	9,3 ABC a
T6- Coluna de ar - 2ª limpeza	2,5 A b	8,8 ABC a
T7- Mesa densimétrica-peso	3,5 A a	4,5 BC a
T8- Antes do TSi ou ensaque	5,3 A a	2,8 C a
Teste F (A x B)	2,97**	
DMS (5%) Beneficiamento dentro de Formas de colheita		7,67
DMS (5%) Formas de colheita dentro de Beneficiamento		4,76
CV (%)	57,46	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*\*Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Na peneira 16R, a colheita em espiga, teve maior quantidade de sementes classificadas como DML1 nas amostras Testemunha e T1, não houve diferença nas demais. As sementes classificadas como DML1 originadas de colheita em espiga diferiram da testemunha apenas nas amostras T5, T6 e T7 (Tabela 6).

Tabela 6. Desdobramento dos valores médios da danificação mecânica, em %, da interação significativa entre as coletas nas etapas do processo de beneficiamento e formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação DML1 (dano mecânico leve no endosperma não atingindo o embrião - conforme critérios de Mendonça (2017)) na peneira 16R de milho híbrido. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1,0$ .

CLASSIFICAÇÃO: DML1 - 16R		
BENEFICIAMENTO DE SEMENTES	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
	----- % -----	
Testemunha	2,3 A b <sup>1</sup>	3,7 A a
T1- Pré-limpeza	2,0 A b	3,0 AB a
T2- Após Elevador de caneca	2,7 A a	3,0 AB a
T3- Classificadora- largura	2,4 A a	2,4 AB a
T4- Classificadora- espessura	2,9 A a	2,4 AB a
T5- Trieur- comprimento	2,3 A a	1,5 B a
T6- Coluna de ar - 2ª limpeza	2,6 A a	1,7 B a
T7- Mesa densimétrica-peso	1,6 A a	1,5 B a
T8- Antes do TSi ou ensaque	1,9 A a	2,2 AB a
Teste F (A x B)	2,63*	
DMS (5%) Beneficiamento dentro de Formas de colheita	1,54	
DMS (5%) Formas de colheita dentro de Beneficiamento	0,95	
CV (%)	28,65	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1,0$ .

\*Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 7, observa-se que na interação entre as formas de colheita, houve diferença somente nas amostras T1 e T2, onde colheita em espiga obteve valores superiores de sementes classificadas com DML1. Pode-se notar que ao longo do beneficiamento houve redução das sementes 20C classificadas como DML1.

Tabela 7. Desdobramento dos valores médios da danificação mecânica, em %, da interação significativa entre as coletas nas etapas do processo de beneficiamento e formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação DML1 (dano mecânico leve no endosperma não atingindo o embrião - conforme critérios de Mendonça (2017)) na peneira 20C de milho híbrido.

CLASSIFICAÇÃO: DML1 - 20C		
BENEFICIAMENTO DE SEMENTES	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
	----- % -----	
Testemunha	8,0 A a <sup>1</sup>	7,5 AB a
T1- Pré-limpeza	3,5 A b	8,5 AB a
T2- Após Elevador de caneca	3,8 A b	13,0 A a
T3- Classificadora- largura	6,8 A a	5,8 B a
T4- Classificadora- espessura	6,0 A a	9,0 AB a
T5- Trieur- comprimento	4,3 A a	4,5 B a
T6- Coluna de ar - 2ª limpeza	4,8 A a	4,3 B a
T7- Mesa densimétrica-peso	2,0 A a	3,8 B a
T8- Antes do TSi ou ensaque	5,3 A a	3,0 B a
Teste F (A x B)	2,78*	
DMS (5%) Beneficiamento dentro de Formas de colheita		4,33
DMS (5%) Formas de colheita dentro de Beneficiamento		6,99
CV (%)	53,33	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Na peneira 20R, houve redução significativa das sementes classificadas como DML1 após a passagem pelo trieur (T5), na colheita em espiga. Comparando as formas de colheita, nas amostras Testemunha e T1, a colheita em espiga obteve mais sementes classificadas como DML1, e, nas amostras T7 e T8, apresentou valores inferiores (Tabela 8).

Tabela 8. Desdobramento dos valores médios da danificação mecânica, em %, da interação significativa entre as coletas nas etapas do processo de beneficiamento e formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação DML1 (dano mecânico leve no endosperma não atingindo o embrião - conforme critérios de Mendonça (2017)) na peneira 20R de milho híbrido. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1,0$ .

CLASSIFICAÇÃO: DML1 - 20R		
BENEFICIAMENTO DE SEMENTES	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
	----- % -----	
Testemunha	2,0 A b <sup>1</sup>	3,5 A a
T1- Pré-limpeza	2,1 A b	3,1 AB a
T2- Após Elevador de caneca	2,9 A a	3,3 A a
T3- Classificadora- largura	2,9 A a	2,4 ABC a
T4- Classificadora- espessura	2,7 A a	3,3 A a
T5- Trieur- comprimento	2,3 A a	2,1 BC a
T6- Coluna de ar - 2ª limpeza	2,1 A a	1,7 C a
T7- Mesa densimétrica-peso	2,1 A a	1,3 C b
T8- Antes do TSi ou ensaque	2,5 A a	1,6 C b
Teste F (A x B)	5,59**	
DMS (5%) Beneficiamento dentro de Formas de colheita	0,72	
DMS (5%) Formas de colheita dentro de Beneficiamento	1,16	
CV (%)	20,89	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1,0$ .

\*\*Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Avaliando o dano mecânico leve 2, nas peneiras 16C (Tabela 9) e 20R (Tabela 12), a média dos valores de colheita a granel e em espiga, apresentaram diferença, os valores reduziram de acordo com o avanço na classificação.

Tabela 9. Valores médios da danificação mecânica, em %, do efeito principal das coletas nas etapas do processo de beneficiamento e das formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação DML2 (dano mecânico leve no ponto de inserção no sabugo ou partes quebradas, sem atingir o embrião - conforme critérios de Mendonça (2017)) na peneira 16C de milho híbrido, dados transformados em  $\sqrt{x + 1,0}$ .

DANO MECÂNICO	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
CLASSIFICAÇÃO: DML2 - 16C	1,18 b	1,61 a
Teste F efeito principal	25,90**	
DMS (5%)	0,17	
BENEFICIAMENTO DE SEMENTES	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	MÉDIA= A GRANEL E EM ESPIGA	
	----- % -----	
Testemunha	1,88 A <sup>1</sup>	
T1- Pré-limpeza	1,81 AB	
T2- Após Elevador de caneca	1,45 ABC	
T3- Classificadora- largura	1,36 ABC	
T4- Classificadora- espessura	1,50 ABC	
T5- Trieur- comprimento	1,32 ABC	
T6- Coluna de ar - 2ª limpeza	1,23 BC	
T7- Mesa densimétrica-peso	1,00 C	
T8- Antes do TSi ou ensaque	1,00 C	
Teste F efeito principal	5,92**	
Teste F (A x B)	2,00 <sup>NS</sup>	
DMS (5%)	0,58	
CV (%)	25,79	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>NS</sup>Valor não significativo e \*\*valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Nas amostras Testemunha e T1, a colheita em espiga obteve mais sementes classificadas como DML2, não houve diferença nas demais. Não houve variação significativa nas etapas de beneficiamento para as sementes originadas de colheita a granel, classificadas como DML2. Observa-se que de acordo com a passagem das sementes pelas etapas do beneficiamento, há redução do número de sementes com danificação mecânica leve 2, em colheita em espiga (Tabela 10),

Tabela 10. Desdobramento dos valores médios da danificação mecânica, em %, da interação significativa entre as coletas nas etapas do processo de beneficiamento e formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação DML2 (dano mecânico leve no endosperma não atingindo o embrião - conforme critérios de Mendonça (2017)) na peneira 16R de milho híbrido. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1,0$ .

CLASSIFICAÇÃO: DML2 - 16R		
BENEFICIAMENTO DE SEMENTES	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
	----- % -----	
Testemunha	1,3 A b <sup>1</sup>	2,6 A a
T1- Pré-limpeza	1,3 A b	1,9 AB a
T2- Após Elevador de caneca	1,4 A a	1,4 BC a
T3- Classificadora- largura	1,3 A a	1,3 BC a
T4- Classificadora- espessura	1,6 A a	1,7 BC a
T5- Trieur- comprimento	1,5 A a	1,4 BC a
T6- Coluna de ar - 2ª limpeza	1,0 A a	1,3 BC a
T7- Mesa densimétrica-peso	1,5 A a	1,0 C a
T8- Antes do TSi ou ensaque	1,2 A a	1,5 BC a
Teste F (A x B)	4,14*	
DMS (5%) Beneficiamento dentro de Formas de colheita		0,81
DMS (5%) Formas de colheita dentro de Beneficiamento		0,51
CV (%)	24,25	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1,0$ .

\*Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Nas amostras Testemunha, T1, T4 e T7, a colheita em espiga obteve mais sementes classificadas como DML2 em relação a colheita a granel. Não houve diferença entre as etapas de beneficiamento nas sementes 20C classificadas como DML2, na colheita a granel. De modo geral, as sementes DML2 na colheita em espiga reduziram ao longo do beneficiamento (Tabela 11).

Tabela 11. Desdobramento dos valores médios da danificação mecânica, em %, da interação significativa entre as coletas nas etapas do processo de beneficiamento e formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação DML2 (dano mecânico leve no endosperma não atingindo o embrião - conforme critérios de Mendonça (2017)) na peneira 20C de milho híbrido. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1,0$ .

CLASSIFICAÇÃO: DML2 - 20C		
BENEFICIAMENTO DE SEMENTES	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
	----- % -----	
Testemunha	1,6 A b <sup>1</sup>	2,7 A a
T1- Pré-limpeza	1,2 A b	2,1 AB a
T2- Após Elevador de caneca	1,6 A a	1,7 BC a
T3- Classificadora- largura	1,3 A a	1,1 C a
T4- Classificadora- espessura	1,0 A b	1,6 BC a
T5- Trieur- comprimento	1,2 A a	1,3 C a
T6- Coluna de ar - 2ª limpeza	1,5 A a	1,5 BC a
T7- Mesa densimétrica-peso	1,3 A b	1,9 ABC a
T8- Antes do TSi ou ensaque	1,5 A a	1,3 C a
Teste F (A x B)	3,75**	
DMS (5%) Beneficiamento dentro de Formas de colheita		0,52
DMS (5%) Formas de colheita dentro de Beneficiamento		0,84
CV (%)	24,10	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1,0$ .

\*\*Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 12. Valores médios da danificação mecânica, em %, do efeito principal das coletas nas etapas do processo de beneficiamento e das formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação DML2 (dano mecânico leve no ponto de inserção no sabugo ou partes quebradas, sem atingir o embrião - conforme critérios de Mendonça (2017)) na peneira 20R de milho híbrido, dados transformados em  $\sqrt{x + 1,0}$ .

DANO MECÂNICO	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
CLASSIFICAÇÃO: DML2 - 20R	1,4 b	2,1 a
Teste F efeito principal	2,73**	
DMS (5%)	0,29	
BENEFICIAMENTO DE SEMENTES	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	MÉDIA= A GRANEL E EM ESPIGA	
	----- % -----	
Testemunha	2,6 A <sup>1</sup>	
T1- Pré-limpeza	1,8 AB	
T2- Após Elevador de caneca	1,5 B	
T3- Classificadora- largura	1,6 AB	
T4- Classificadora- espessura	1,8 AB	
T5- Trieur- comprimento	1,9 AB	
T6- Coluna de ar - 2ª limpeza	1,7 AB	
T7- Mesa densimétrica-peso	1,5 B	
T8- Antes do TSi ou ensaque	1,3 B	
Teste F efeito principal	26,93**	
Teste F (A x B)	1,11 <sup>NS</sup>	
DMS (5%)	0,99	
CV (%)	35,36	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Dados transformados em  $\sqrt{x + 1,0}$ .

<sup>NS</sup>Valor não significativo e \*\*valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Observando a interação entre as formas de colheita, das sementes classificadas como DMSS, na peneira 16 C, notou-se que em todas as etapas do beneficiamento a colheita em espiga obteve valores superiores. Não houve diferença entre as etapas do beneficiamento na colheita a granel. Na colheita em espiga, as amostras que diferiram da Testemunha foram T2, T3, T4, T5 e T7, não diferindo entre si (Tabela 13).



Tabela 13. Desdobramento dos valores médios da danificação mecânica, em %, da interação significativa entre as coletas nas etapas do processo de beneficiamento e formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação DMSS (dano mecânico severo superficial no embrião, com área colorida superficialmente com leve absorção de solução - conforme critérios de Mendonça (2017)) na peneira 16C de milho híbrido.

CLASSIFICAÇÃO: DMSS - 16C		
BENEFICIAMENTO DE SEMENTES	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
	----- % -----	
Testemunha	20,3 A b <sup>1</sup>	30,5 D a
T1- Pré-limpeza	19,8 A b	41,0 CD a
T2- Após Elevador de caneca	28,3 A b	53,3 ABC a
T3- Classificadora- largura	26,8 A b	61,5 A a
T4- Classificadora- espessura	18,5 A b	57,8 AB a
T5- Trieur- comprimento	23,8 A b	54,3 ABC a
T6- Coluna de ar - 2ª limpeza	17,3 A b	39,5 CD a
T7- Mesa densimétrica-peso	13,8 A b	48,0 ABC a
T8- Antes do TSi ou ensaque	17,8 A b	45,3 BCD a
Teste F (A x B)	3,44**	
DMS (5%) Beneficiamento dentro de Formas de colheita		15,27
DMS (5%) Formas de colheita dentro de Beneficiamento		9,47
CV (%)	19,50	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*\*Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 14, notou-se que a interação entre as formas de colheita e a classificação das sementes como DMSS ao longo do beneficiamento da colheita a granel seguiu o mesmo padrão da peneira 16C.

Tabela 14. Desdobramento dos valores médios da danificação mecânica, em %, da interação significativa entre as coletas nas etapas do processo de beneficiamento e formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação DMSS (dano mecânico severo superficial no embrião, com área colorida superficialmente com leve absorção de solução - conforme critérios de Mendonça (2017)) na peneira 16R de milho híbrido.

CLASSIFICAÇÃO: DMSS - 16R		
BENEFICIAMENTO DE SEMENTES	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
	----- % -----	
Testemunha	26,5 A a <sup>1</sup>	25,8 CD a
T1- Pré-limpeza	23,3 A b	48,8 AB a
T2- Após Elevador de caneca	26,8 A b	53,0 AB a
T3- Classificadora - largura	25,3 A b	56,5 A a
T4- Classificadora - espessura	27,3 A b	54,8 AB a
T5- Trieur- comprimento	23,5 A a	23,0 CD a
T6- Coluna de ar - 2ª limpeza	22,5 A b	45,8 AB a
T7- Mesa densimétrica-peso	27,3 A a	21,3 D a
T8- Antes do TSi ou ensaque	21,8 A b	38,8 BC a
Teste F (A x B)	8,41**	
DMS (5%) Beneficiamento dentro de Formas de colheita		16,00
DMS (5%) Formas de colheita dentro de Beneficiamento		9,92
CV (%)	21,31	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*\*Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Somente na testemunha não houve diferença significativa na interação entre as formas de colheita, nas amostras seguintes a colheita em espiga obteve valores superiores na classificação de danificação DMSS na peneira 20C (Tabela 15).

Tabela 15. Desdobramento dos valores médios da danificação mecânica, em %, da interação significativa entre as coletas nas etapas do processo de beneficiamento e formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação DMSS (dano mecânico severo superficial no embrião, com área colorida superficialmente com leve absorção de solução - conforme critérios de Mendonça (2017)) na peneira 20C de milho híbrido.

CLASSIFICAÇÃO: DMSS - 20C		
BENEFICIAMENTO DE SEMENTES	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
	----- % -----	
Testemunha	17,0 A a <sup>1</sup>	22,0 D a
T1- Pré-limpeza	17,8 A b	39,8 BC a
T2- Após Elevador de caneca	25,3 A b	46,0 ABC a
T3- Classificadora - largura	26,8 A b	50,8 AB a
T4- Classificadora - espessura	23,8 A b	58,5 A a
T5- Trieur- comprimento	19,8 A b	33,8 CD a
T6- Coluna de ar - 2ª limpeza	30,8 A b	40,5 BC a
T7- Mesa densimétrica-peso	24,3 A b	37,3 BC a
T8- Antes do TSi ou ensaque	26,8 A b	35,8 CD a
Teste F (A x B)	4,42**	
DMS (5%) Beneficiamento dentro de Formas de colheita	8,84	
DMS (5%) Formas de colheita dentro de Beneficiamento	14,25	
CV (%)	19,49	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*\*Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Observando a classificação de danificação DMSS, peneira 20R, apesar de não ser significativo, notou-se o aumento das sementes danificadas ao longo do beneficiamento. As sementes originadas da colheita em espiga tiveram mais danificação severa superficial nas etapas de beneficiamento, exceto nas amostras Testemunha e T6, onde não houve diferença (Tabela 16).

Tabela 16. Desdobramento dos valores médios da danificação mecânica, em %, da interação significativa entre as coletas nas etapas do processo de beneficiamento e formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação DMSS (dano mecânico severo superficial no embrião, com área colorida superficialmente com leve absorção de solução - conforme critérios de Mendonça (2017)) na peneira 20R de milho híbrido.

CLASSIFICAÇÃO: DMSS - 20R		
BENEFICIAMENTO DE SEMENTES	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
	----- % -----	
Testemunha	24,0 AB a <sup>1</sup>	21,5 C a
T1- Pré-limpeza	23,3 AB b	40,5 AB a
T2- Após Elevador de caneca	23,3 AB b	48,8 A a
T3- Classificadora - largura	22,5 AB b	52,8 A a
T4- Classificadora - espessura	22,0 AB b	48,0 A a
T5- Trieur- comprimento	15,8 B b	39,5 AB a
T6- Coluna de ar - 2ª limpeza	30,5 AB a	38,3 AB a
T7- Mesa densimétrica-peso	30,8 A a	32,5 BC a
T8- Antes do TSi ou ensaque	34,8 A a	26,5 BC a
Teste F (A x B)	9,59**	
DMS (5%) Beneficiamento dentro de Formas de colheita		9,15
DMS (5%) Formas de colheita dentro de Beneficiamento		14,75
CV (%)	20,22	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*\*Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

O dano mecânico severo profundo aumentou significativamente ao longo do beneficiamento, tal fato, corrobora com afirmação de Carvalho e Nakagawa (2012) que a danificação mecânica possui efeito cumulativo, ou seja, os choques sofridos em cada etapa do beneficiamento vão se somando e tornando o dano cada vez mais severo.

A ocorrência de dano influencia diretamente na qualidade fisiológica da semente, as aberturas ocasionadas pelos impactos, faz com que haja maior lixiviação de exsudatos, resultando na perda de vigor (FESSEL et al., 2003), além de aumentar a suscetibilidade das sementes ao ataque de microrganismos (RIBEIRO, 2016). A mesma autora ressalta a importância do dano na deterioração durante o

período de armazenamento, onde os lotes com sementes danificadas apresentaram queda na porcentagem de plântulas normais após 90 dias de armazenamento.

Tabela 17. Desdobramento dos valores médios da danificação mecânica, em %, da interação significativa entre as coletas nas etapas do processo de beneficiamento e formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação DMSP (dano mecânico severo profundo, com área lesada em profundidade - conforme critérios de Mendonça (2017)) na peneira 16C de milho híbrido.

CLASSIFICAÇÃO: DMSP - 16C		
BENEFICIAMENTO DE SEMENTES	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
	----- % -----	
Testemunha	53,3 C a <sup>1</sup>	13,3 C b
T1- Pré-limpeza	57,3 C a	15,0 BC b
T2- Após Elevador de caneca	52,3 C a	16,5 BC b
T3- Classificadora- largura	59,3 BC a	18,3 BC b
T4- Classificadora- espessura	64,5 BC a	28,0 B b
T5- Trieur- comprimento	64,3 BC a	28,5 B b
T6- Coluna de ar - 2ª limpeza	71,3 AB a	43,3 A b
T7- Mesa densimétrica-peso	79,3 A a	43,0 A b
T8- Antes do TSi ou ensaque	71,5 AB a	50,0 A b
Teste F (A x B)	2,37*	
DMS (5%) Beneficiamento dentro de Formas de colheita		13,87
DMS (5%) Formas de colheita dentro de Beneficiamento		8,60
CV (%)	13,19	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

\*Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Na peneira 16C (Tabela 17), o T6 houve aumento significativo em relação a Testemunha, nesse ponto as sementes haviam sido transportadas até a coluna de ar por um elevador de caneca, tal resultado confirma a observação de Menezes et al. (2002), onde constataram que o elevador aumenta de forma significativa o dano mecânico mais severo. A afirmação acima é confirmada na peneira 16R (Tabela 18), onde o T8 também se difere significativamente da testemunha.

Tabela 18. Desdobramento dos valores médios da danificação mecânica, em %, da interação significativa entre as coletas nas etapas do processo de beneficiamento e formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação DMSP (dano mecânico severo profundo, com área lesada em profundidade - conforme critérios de Mendonça (2017)) na peneira 16R de milho híbrido.

CLASSIFICAÇÃO: DMSP - 16R		
BENEFICIAMENTO DE SEMENTES	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
	----- % -----	
Testemunha	52,0 B a <sup>1</sup>	10,5 E b
T1- Pré-limpeza	59,0 B a	17,8 DE b
T2- Após Elevador de caneca	51,3 B a	22,8 DE b
T3- Classificadora- largura	48,5 B a	26,0 DE b
T4- Classificadora- espessura	53,3 B a	28,8 CD b
T5- Trieur- comprimento	63,8 AB a	70,5 A a
T6- Coluna de ar - 2ª limpeza	64,5 AB a	46,0 BC b
T7- Mesa densimétrica-peso	64,3 AB b	75,8 A b
T8- Antes do TSi ou ensaque	72,5 A a	52,8 B b
Teste F (A x B)	11,34**	
DMS (5%) Beneficiamento dentro de Formas de colheita		17,70
DMS (5%) Formas de colheita dentro de Beneficiamento		10,98
CV (%)	15,85	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*\*Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Após passagem pelo trieur houve aumento significativo de sementes com danos severos (DMSP) nas peneira 20C (Tabela 19) e 20R (Tabela 20), referente a colheita em espiga.

Tabela 19. Desdobramento dos valores médios da danificação mecânica, em %, da interação significativa entre as coletas nas etapas do processo de beneficiamento e formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação DMSP (dano mecânico severo profundo, com área lesada em profundidade - conforme critérios de Mendonça (2017)) na peneira 20C de milho híbrido.

CLASSIFICAÇÃO: DMSP - 20C		
BENEFICIAMENTO DE SEMENTES	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
	----- % -----	
Testemunha	52,3 B a <sup>1</sup>	10,8 C b
T1- Pré-limpeza	58,0 AB a	13,0 C b
T2- Após Elevador de caneca	56,8 AB a	18,8 BC b
T3- Classificadora- largura	49,8 B a	27,5 B b
T4- Classificadora- espessura	58,8 AB a	20,3 BC b
T5- Trieur- comprimento	68,5 A a	53,0 A b
T6- Coluna de ar - 2ª limpeza	51,5 B a	49,5 A a
T7- Mesa densimétrica-peso	65,3 A a	51,5 A b
T8- Antes do TSi ou ensaque	61,8 AB a	58,3 A a
Teste F (A x B)	18,93**	
DMS (5%) Beneficiamento dentro de Formas de colheita	7,70	
DMS (5%) Formas de colheita dentro de Beneficiamento	12,41	
CV (%)	11,86	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*\*Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 20. Desdobramento dos valores médios da danificação mecânica, em %, da interação significativa entre as coletas nas etapas do processo de beneficiamento e formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação DMSP (dano mecânico severo profundo, com área lesada em profundidade - conforme critérios de Mendonça (2017)) na peneira 20R de milho híbrido.

CLASSIFICAÇÃO: DMSP - 20R		
BENEFICIAMENTO DE SEMENTES	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
	----- % -----	
Testemunha	49,3 B a <sup>1</sup>	18,5 D b
T1- Pré-limpeza	54,5 AB a	19,0 D b
T2- Após Elevador de caneca	48,5 B a	17,0 D b
T3- Classificadora- largura	54,5 AB a	26,0 D b
T4- Classificadora- espessura	61,0 AB a	28,3 D b
T5- Trieur- comprimento	68,3 A a	46,0 C b
T6- Coluna de ar - 2ª limpeza	53,0 B a	47,5 BC a
T7- Mesa densimétrica-peso	56,0 AB a	61,3 AB a
T8- Antes do TSi ou ensaque	52,5 B b	69,5 A a
Teste F (A x B)	19,90**	
DMS (5%) Beneficiamento dentro de Formas de colheita		8,58
DMS (5%) Formas de colheita dentro de Beneficiamento		13,83
CV (%)	13,12	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*\*Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

As sementes independentes do tamanho ou forma, seguiram um mesmo padrão quanto a danificação ao longo do beneficiamento, o que contraria a afirmação de Mendonça (2017), que concluiu que as sementes redondas apresentam maior suscetibilidade à danificação mecânica severa no embrião, contudo, PAIVA et al., (2000) afirmaram que, a forma das sementes não condiciona a ocorrência de danos físicos na segunda fase de beneficiamento.

Na avaliação das formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espiga, em função da classificação de danificação, houve diferença nas peneiras 16C (Tabela 21) e 20C (Tabela 23) para todas as classificações, onde as classificações SDM, DML1, DML2 e DMSS apresentaram valores maiores na colheita em espiga. Na peneira 16R (Tabela 22) na classificação DML1, e peneira



20R (Tabela 24) nas classificações SDM e DML1, não houve diferença significativa. O dano classificado como severo profundo, DMSP, em todas peneiras foi significativamente maior na colheita a granel.

Tabela 21. Valores médios da danificação mecânica, em %, do efeito principal das formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação SDM, DML1, DML2, DMSS e DMSP (conforme critérios de Mendonça, 2017) na peneira 16C de milho híbrido.

CLASSIFICAÇÃO DO DANO MECÂNICO - 16 C	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
SDM <sup>1</sup>	11,1 B <sup>2</sup>	14,2 A
Teste F - efeito principal	5,75**	
DMS (5%)	2,55	
DML1	4,1 B	7,6 A
Teste F - efeito principal	19,84**	
DMS (5%)	1,58	
DML2 <sup>†</sup>	1,18 B	1,61 A
Teste F - efeito principal	25,90**	
DMS (5%)	0,17	
DMSS	20,6 B	47,8 A
Teste F - efeito principal	298,51**	
DMS (5%)	3,15	
DMSP	63,6 A	28,4 B
Teste F - efeito principal	605,51**	
DMS (5%)	2,86	

<sup>1</sup>As avaliações de severidade do dano mecânico seguiram critérios de Mendonça (2017): SDM = sementes sem danos aparentes; DML1 = dano mecânico leve no endosperma não atingindo o embrião; DML2 = dano mecânico leve no ponto de inserção no sabugo ou partes quebradas, sem atingir o embrião; DMSS = dano mecânico severo superficial no embrião, com área colorida superficialmente com leve absorção de solução; DMSP = dano mecânico severo profundo, com área lesada em profundidade.

<sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*\*Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. <sup>†</sup>Dados transformados em  $\sqrt{x + 1,0}$ .

Tabela 22. Valores médios da danificação mecânica, em %, do efeito principal das formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação SDM, DML1, DML2, DMSS e DMSP (conforme critérios de Mendonça, 2017) na peneira 16R de milho híbrido.

CLASSIFICAÇÃO DO DANO MECÂNICO - 16 R	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
SDM <sup>1</sup>	9,4 B <sup>2</sup>	12,7 A
Teste F - efeito principal	23,29**	
DMS (5%)	2,43	
DML1 <sup>†</sup>	2,3 A	2,4 A
Teste F - efeito principal	3,71**	
DMS (5%)	0,31	
DML2 <sup>†</sup>	1,4 B	1,5 A
Teste F - efeito principal	4,04**	
DMS (5%)	0,16	
DMSS	24,8 B	40,8 A
Teste F - efeito principal	8,35**	
DMS (5%)	3,30	
DMSP	58,8 A	38,9 B
Teste F - efeito principal	29,45**	
DMS (5%)	3,66	

<sup>1</sup>As avaliações de severidade do dano mecânico seguiram critérios de Mendonça (2017): SDM = sementes sem danos aparentes; DML1 = dano mecânico leve no endosperma não atingindo o embrião; DML2 = dano mecânico leve no ponto de inserção no sabugo ou partes quebradas, sem atingir o embrião; DMSS = dano mecânico severo superficial no embrião, com área colorida superficialmente com leve absorção de solução; DMSP = dano mecânico severo profundo, com área lesada em profundidade.

<sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*\*Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. <sup>†</sup>Dados transformados em  $\sqrt{x + 1,0}$ .

Tabela 23. Valores médios da danificação mecânica, em %, do efeito principal das formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação SDM, DML1, DML2, DMSS e DMSP (conforme critérios de Mendonça, 2017) na peneira 20C de milho híbrido.

CLASSIFICAÇÃO DO DANO MECÂNICO - 20 C	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
SDM <sup>1</sup>	12,5 B <sup>2</sup>	17,0 A
Teste F - efeito principal	39,55**	
DMS (5%)	2,36	
DML1	4,9 B	6,5 A
Teste F - efeito principal	5,34*	
DMS (5%)	1,44	
DML2 <sup>†</sup>	1,3 B	1,7 A
Teste F - efeito principal	16,72**	
DMS (5%)	0,17	
DMSS	23,6 B	40,4 A
Teste F - efeito principal	132,22**	
DMS (5%)	2,94	
DMSP	58,1 A	33,6 B
Teste F - efeito principal	364,25**	
DMS (5%)	2,56	

<sup>1</sup>As avaliações de severidade do dano mecânico seguiram critérios de Mendonça (2017): SDM = sementes sem danos aparentes; DML1 = dano mecânico leve no endosperma não atingindo o embrião; DML2 = dano mecânico leve no ponto de inserção no sabugo ou partes quebradas, sem atingir o embrião; DMSS = dano mecânico severo superficial no embrião, com área colorida superficialmente com leve absorção de solução; DMSP = dano mecânico severo profundo, com área lesada em profundidade.

<sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade e \*\*Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. <sup>†</sup>Dados transformados em  $\sqrt{x} + 1,0$ .

Tabela 24. Valores médios da danificação mecânica, em %, do efeito principal das formas de colheita de sementes de milho, a granel ou em espigas, em função da classificação de danificação SDM, DML1, DML2, DMSS e DMSP (conforme critérios de Mendonça, 2017) na peneira 20R de milho híbrido.

CLASSIFICAÇÃO DO DANO MECÂNICO - 20 R	FORMAS DE COLHEITA DE MILHO SEMENTE	
	A GRANEL	EM ESPIGA
SDM <sup>1</sup>	13,4 A <sup>2</sup>	14,0 A
Teste F - efeito principal	0,30 <sup>NS</sup>	
DMS (5%)	2,02	
DML1 <sup>†</sup>	2,4 A	2,5 A
Teste F - efeito principal	0,79 <sup>NS</sup>	
DMS (5%)	0,24	
DML2 <sup>†</sup>	1,4 B	2,1 A
Teste F - efeito principal	2,73 <sup>**</sup>	
DMS (5%)	0,29	
DMSS	25,2 B	38,6 A
Teste F - efeito principal	78,63 <sup>**</sup>	
DMS (5%)	3,05	
DMSP	55,3 A	37,0 B
Teste F - efeito principal	194,00 <sup>**</sup>	
DMS (5%)	2,86	

<sup>1</sup>As avaliações de severidade do dano mecânico seguiram critérios de Mendonça (2017): SDM = sementes sem danos aparentes; DML1 = dano mecânico leve no endosperma não atingindo o embrião; DML2 = dano mecânico leve no ponto de inserção no sabugo ou partes quebradas, sem atingir o embrião; DMSS = dano mecânico severo superficial no embrião, com área colorida superficialmente com leve absorção de solução; DMSP = dano mecânico severo profundo, com área lesada em profundidade.

<sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>NS</sup>Valor não significativo e <sup>\*\*</sup>valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

<sup>†</sup>Dados transformados em  $\sqrt{x + 1,0}$ .

## 6. CONCLUSÕES

Pela interpretação dos resultados pode-se concluir que:

1. O beneficiamento das sementes de milho aumentou a incidência de danos mecânicos nas mesmas;
2. Ao longo do beneficiamento reduziram-se as sementes sem danos e aumentaram as sementes com danos severos profundos;
3. Os resultados, independente da peneira e da forma de colheita, seguiram um mesmo padrão quanto a avaliação de dano nas etapas do beneficiamento.
4. As sementes originadas da colheita a granel apresentam maior danificação mecânica severa profunda. As sementes colhidas em espiga apresentaram menor danificação severa profunda.
5. Os pontos que causaram maior danificação nas sementes foram os elevadores de caneca.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, R. V.; BORBA, C. S. Fatores que afetam a qualidade das sementes. EMBRAPA, Centro Nacional de Milho e Sorgo. **Tecnologia para produção de sementes de milho**. EMBRAPA, Sete Lagoas, p.7-10, 1993. (Circular Técnica, 19).

BARBOSA, J. C.; MALDONADO-JUNIOR, W. **Experimentação agrônômica & AgroEstat**: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: Gráfica Multipress, 396p, 2015.

BAUDET, L.; POPINIGIS, F. & PESKE, S. T. Danificações mecânicas em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) transportadas por um sistema elevador-secador. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.3, n.4, p.29-38, 1978.

BORBA, C. S.; ANDRADE, R. V.; AZEVEDO, J. T.; OLIVEIRA, A. C. Efeito da debulha mecânica na qualidade de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.16, n.1, p. 68-70, 1994.

BRANDÃO JUNIOR, D. S.; DINIZ, A. R.; CARVALHO, M. L. M.; VIEIRA, M. G. G. C.; OLIVEIRA, M. S.; OLIVEIRA, J. A. Avaliação de danos mecânicos e seus efeitos na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.2, p. 53-58, 1999.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 588p.

CICERO, S. M.; BANZATTO JUNIOR, H. L. Avaliação do relacionamento entre danos mecânicos e vigor, em sementes de milho, por meio da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.25, n.1, p. 29-36, 2003.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília: CONAB, v.7, n.1, p. 1-47, 2019. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária**. Brasília: CONAB, v.6, p. 1-112, 2018. Disponível em:<<http://www.conab.gov.br>>.

EMBRAPA. **Cientistas se baseiam em evidências genéticas e arqueológicas para uma nova versão de história do milho**. Brasília, dez. 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/40019246/cientistas-se-baseiam-em-evidencias-geneticas-e-arqueologicas-para-uma-nova-versao-da-historia-do-milho>>.

FERREIRA, V. F. **Qualidade de sementes de milho colhidas e despalhadas com altos teores de água**. 2012. 85f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, 2012.

FESSEL, S. A. et al. Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho durante o beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, p. 70-76, 2003.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho** Sete Lagoas: Embrapa, 2002. (**Circular Técnica 22**).

MARCHI, J. L.; MENTEN, J. O. M.; MORAES, M. H. D.; CICERO, S. M. Relação entre danos mecânicos, tratamento fungicida e incidência de patógenos em sementes de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.3, p. 351-358, 2006.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2.ed. Londrina: ABRATES, 2015. 659 p.

MARQUES, O. J.; DALPASQUALE, V. A.; FILHO, P. S. V.; SCAPIM, C. A.; RECHE, D.L. Danos mecânicos em grãos de híbridos comerciais de milho em função da umidade de colheita. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.2, p. 565-576, 2011.

MELO, L. F.; SÁ, M. E.; FAGIOLI, M.; LEAL, S. T.; MARTINS, I. Testes rápidos para identificação de danos mecânicos em sementes de milho doce. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Resumos [...]**. Águas de Lindóia, 2012. p. 3467-3474.

MENDONÇA, M. T. **Impacto da danificação mecânica na qualidade fisiológica de sementes de milho durante beneficiamento**. 2017. 50f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília-UnB, Brasília, 2017.

MENEZES, N. L.; LERSCH-JUNIOR, I.; STORCK, L. Qualidade física e fisiológica de sementes de milho após o beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.24, n.1, p. 97-102, 2002.

OLIVEIRA, M. E. C.; ALMEIDA, F. A. C.; OLIVEIRA, F. M. M.; NETO, J. J. S. B.; GOUVEIA, J. P. G. Danificações em sementes de milho decorrente da debulha e teor de umidade na colheita. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.5, n.2, 2005.

OLIVEIRA, J. A.; CARVALHO, M. L. M.; VIEIRA, M. G. G. C.; PINHO, E. V. R. V. Efeito do método de colheita na qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, n.2, p. 200-206, 1997.

PAIVA, L. E.; FILHO, S. M.; FRAGA, A. C. Beneficiamento de sementes de milho colhidas mecanicamente em espigas: efeitos sobre danos mecânicos e qualidade fisiológica. **Ciência Agrotécnica**, v.24, n.4, p. 846-856, 2000.

RIBEIRO, B. G. **Danos mecânicos e tratamento químico na qualidade de sementes de milho armazenadas**. 2016. 63f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, 2016.